

# 과학 관련 진로 선택 과정의 구조 방정식 모형

윤진 · 박승재  
(서울대학교)

## A Structural Equation Modeling of the Process of Science Related Career Choice

Yoon, Jin · Pak, Sung-Jae  
(Seoul National University)

### ABSTRACT

The purpose of this study is to find out a model to explain the process of students' science-related career choice by identifying the causal relationships between science career choice and related factors.

Important factors of science-related career choice were identified through factor analysis. 'Perception about career related to science', 'preference for science learning' and 'participation in science related activity' were three main factors of science-related career choice.

A questionnaire was developed to know the factors of students' science-related career choice, and so as to make it possible to be analysed by structural equation modeling. The subject were 947 grade 6, 9, and 11 students in Seoul. Numbers of boys and girls in each grade was almost same.

According to the structural equation modeling, 4 corrected models were obtained. In all 4 corrected models, 'perception about career related to science' had direct influence, and 'preference for science learning' and 'participation in science related activity' had indirect influence on science-related career choice.

In the most fitting model, 'perception about career related to science' had an effect on science-related career choice with standardized total effect coefficient 1.03(direct effect 0.82, indirect effect 0.21). 'Preference for science learning', which influence 'participation in science related activity', had an effect on science-related career choice with standardized indirect effect coefficient 0.65. 'Participation in science related activity', which influence 'perception about career related to science', had an effect on science-related career choice with standardized indirect effect coefficient 0.79.

The implication to school science education is that it is most effective to raise the 'perception about career related to science' in order to make more students choose science related career. It is also effective to have more students participate in science related activity and enhance the preference for science learning.

To explain the process of science related career choice more fully, it is necessary to build a more comprehensive model containing more factors influencing science-related career choice. It is necessary to test and complement the structural equation model by enlarging the subject to science high school students and science related college students.

**Key words:** structural equation modeling, factors of career choice related to science, preference for science learning, participation in science related activity, perception about career related to science

## I. 서론

일반적인 진로 선택 과정에 대한 설명은 다양한 진로 발달이론에 의해 시도되어 왔다(김충기, 1998). 과학교육 자들이나 과학교육 연구자들은 일반적인 진로 선택에서 더 나아가 과학 관련 진로 선택에 관심을 기울여 왔으며, 과학교육의 정서적 영역의 일부로서 과학에 대한 태도 및 과학 계열, 과목, 진로 선택에 대한 연구가 이루어져 왔다(Simpson *et al.*, 1994). 과학 관련 진로 선택의 배경 요인을 찾는 연구들에서 가정 배경, 개인의 인성적 심리적 특성, 학교의 과학 교육, 사회문화적 배경 등의 다양하고 구체적인 요인들을 밝혀내 왔다(Eiduson and Beckman Ed., 1973; Woolnough, 1994, 1997). 과학 진로 선택의 과정에 대한 연구로는 인과관계 모형으로 과학 진로 선택을 설명하고 예측하는 연구들(Lent *et al.*, 1987; Reskind, 1993; Wang and Staver, 2001), 사례 연구를 통해 과학 진로 선택의 과정을 서술하는 연구(Lewis and Collins, 2001) 등이 이루어졌다.

우리나라에서 이루어진 과학 진로에 대한 연구로는 고등학생들의 자연계열 선택에서 진로의 결정에 영향을 주는 요인을 밝힌 연구(명전옥, 1986; Myeong & Crawley, 1993), 과학자들의 진로 선택 과정의 부각요인에 관한 연구(장경애, 2001) 등이 있었으나, 학생들의 과학 진로 선택 과정을 다룬 연구는 없었다. 학생들이 과학 관련 진로를 선택하는 요인에 대한 연구에서 한걸음 더 나아가 과학 관련 진로 선택 과정을 아는 일은 과학 진로 교육에 있어서 중요한 기초 자료를 구성한다. 본 연구에서는 학생들의 진로 선택 과정을 이해하기 위해, 공변량 구조분석을 이용하여 학생들의 과학 진로 선택 과정을 설명할 수 있는 모형을 찾고자 한다. 즉, 본 연구의 목적은 학생들의 과학 관련 진로 선택과 관련된 주요 요인들 사이의 인과 관계를 규명하여, 학생들의 과학 진로 선택 과정을 잘 설명할 수 있는 모형을 찾는 것이다. 요인 분석을 통하여 과학 관련 진로 선택과 관련된 주요 요인으로 과학 관련 진로에 대한 인식, 과학 관련 활동에의 참여, 과학 학습에 대한 선호 등 세 요인을 선정하고, 이들 사이의 인과 구조를 구조 방정식 모형을 통하여 설명하고자 한다.

이러한 본 연구의 목적과 관련된 주요 연구 질문은 다음과 같다.

- 1) 학생들의 과학 관련 진로 선택의 과정에 대한 이론

적 모형은 어떠한가?

- 1-1) 과학 학습에 대한 선호는 과학 관련 직업에 대한 인식과 과학 관련 진로 선택에 직접 효과를 주는가?
- 1-2) 과학 관련 활동 참여는 과학 관련 직업에 대한 인식과 과학 관련 진로 선택에 직접 효과를 주는가?
- 1-3) 과학 학습에 대한 선호는 과학 관련 활동 참여에 직접효과를 주는가?
- 1-4) 과학 관련 활동참여는 과학 학습에 대한 선호에 직접효과를 주는가?
- 1-5) 과학 관련 진로에 대한 인식은 과학 관련 진로 선택에 직접 효과를 주는가?

## II. 이론적 논의

### 1. 과학 관련 진로 선택 과정의 주요 요인들

선행연구들에서 드러난 과학 관련 진로 선택과 관련된 여러 가지 요인들 중에서 본 연구에서는 학생들이 과학 관련 진로를 선택하는 과정에서 중요하다고 생각되는 '과학 관련 진로에 대한 인식', '과학 학습에 대한 선호', '과학 관련 활동에의 참여 경험'의 세 요인을 요인 분석을 통하여 주요 요인으로 선정하였다.

첫째로, 학생들이 과학 관련 진로를 선택하기 위해서는 과학 관련 진로에 대한 긍정적 인식이 있어야 한다. 과학 관련 진로에 대한 부정적인 인식은 학생들로 하여금, 과학 관련 진로를 선택하지 않도록 만든다(Woolnough, 1993, 1994). 학생들은 과학자들의 전기를 읽거나 대중매체를 통해서, 가족이나 친척들, 학교 선생님을 통해서 과학자들 및 과학 관련 직업 세계에 대한 그들 나름대로의 인식을 형성해 나가게 된다. 과학 관련 진로에 대한 인식에는 과학 관련 직업에 대한 사회에서의 평가가 포함되며, 구체적으로는 취업 기회, 보수 수준, 사회에서 존경을 받는 정도 등이 있다. 자신이 과학 관련 진로를 선택해서 나아가갈 때 불리한 점이나, 유리한 점에 대한 인식과 성공 가능성에 대한 판단 등도 포함된다.

둘째로, 자신의 과학 능력이나 과학 학습에 대한 자신감, 과학에 대한 자아 효능감을 통해 지니게 되는 과학 학습에 대한 선호는 과학 관련 진로 선택의 주요 요인이 된다(Lent *et al.*, 1987). 학교에서 경험한 과학 학습이 흥미

롭고, 유용하며, 가치있다고 느끼는 학생들은 계속해서 과학 관련 활동을 다양하게 경험하기를 원하며, 계속해서 과학 과목을 더 많이 학습하고자 하며, 더 나아가 과학 관련 진로를 선택하게 된다. 과학 학습에 대한 선호는 과학 학습을 깊이있게 하고 다양한 과학 관련 활동에 대한 적극적인 참여를 통하여 과학 관련 진로의 선택으로 이어지도록 하는 과학 관련 진로 선택의 중요한 요인이라 할 수 있다.

과학 관련 진로를 선택하게 되는 세 번째 요인은 과학 클럽 활동이나, 과학 경연 대회에 참가, 과학 관련 취미 활동, 매체를 통한 과학 관련 정보 수집 활동 등과 같은 과학 관련 활동에의 참여 경험이다(Cooper, 1983; Woolnough, 1994, 1997; Jacobs, et al., 1999). 학교 안과 밖에서의 다양한 과학 학습 활동에 대한 경험은 과학 관련 진로에 대한 긍정적 인식을 형성하고 구체적인 과학 관련 진로를 탐색하는 계기가 될 수 있다.

과학 관련 진로 선택의 과정을 이해하는 것은 과학 관련 진로 선택 과정에 있어서의 주요한 요인들과 과학 관련 진로 선택 사이의 인과 구조를 밝힘으로써 가능하며, 이를 위해 공변량 구조분석을 사용하고자 한다.

## 2. 과학 관련 진로 선택 과정의 구조 방정식 모형

구조 방정식 모형은 공변량 구조분석, 공변량 구조 모형 등의 다른 이름으로도 불리는데, 여러 반응 변수들 사이의 관계를 동시에 보여준다. 특히 직접적으로 측정할 수 없는 잠재 변수들의 복잡한 인과적 관계성을 검증하고, 각 잠재변수를 측정하는 여러 문항이 얼마나 잠재변수를 적절히 측정하고 있는지를 파악할 수 있는 복합적인

통계기법이다. 과학 관련 진로 선택과 관련된 요인들 사이의 인과구조를 밝히는 데 있어서 공변량 구조분석은 회귀분석의 한계를 확장해주는 꼭 필요한 분석기법이다. 다른 일반적인 다변량 분석 기법들과 비교할 때, 가장 큰 장점은 다중 인과관계 및 상관관계의 추정이 가능하며, 관찰 또는 측정되지 못한 개념들에 대하여 설명해주는 추정의 결과와 추정 과정에서 발생하는 오차들에 대한 설명이 가능하다는 것이다(허준과 최인규, 2000; 배병렬, 2000; 이기중, 2000; 김계수, 2001).

앞 절의 세 요인들 및 과학 관련 진로선택은 직접 측정이 불가능한 것으로 가정하여 잠재변수로 설정하였다. 각 잠재변수들은 관찰 가능한 측정변수를 설정하여 측정한다음, 그 측정치들의 공통적인 부분을 수학적으로 추출한 것을 잠재변수의 간접측정치로 간주하여 측정오차가 존재하는 것을 인정하므로 보다 현실적으로 자료를 분석할 수 있다(이순목, 1990).

본 연구에서는 이상에서 살펴 본 바와 같이 구조방정식 모형이 보다 현실적으로 과학관련 진로선택의 과정에 있어서의 주요 요인들 사이의 인과관계를 탐색할 수 있는 유용한 분석방법이라고 판단하고 이를 분석방법으로 사용하였다.

### 1) 이론 모형

과학 관련 진로 선택 과정에 있어서의 세 가지 주요 요인 및 과학 관련 진로 선택을 잠재 변수(이론변수)로 설정하였다. 이들 사이의 인과관계를 탐색하기 위한 공변량 구조분석을 위해 선행 연구 결과 및 연구자의 직관을 바탕으로 이론 모형을 Fig. 1과 같이 구성하였다. 경로도형 표시의 일반 원칙에 따라 잠재변수들은 원으로 표시하였

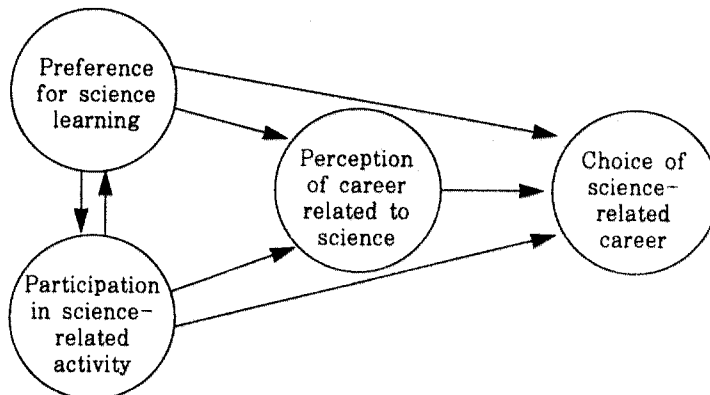


Fig. 1. Theoretical Model

다. 변수 사이의 화살표의 방향은 인과관계의 방향을 나타낸다. 네 잠재변수들은 모두 적어도 하나 이상의 원인·결과 관계에서 결과의 변수가 되므로 내생변인들이다. 이 이론 모형에서 나타내고 있는 잠재변수들 사이의 인과관계에 대한 가정들은 다음과 같다.

- 가정1: 과학 학습에 대한 선호는 과학 관련 진로에 대한 인식과 과학 관련 진로 선택에 직접 효과를 준다.
- 가정2: 과학 관련 활동 참여는 과학 관련 진로에 대한 인식과 과학 관련 진로 선택에 직접 효과를 준다.
- 가정3: 과학 관련 활동참여는 과학 학습에 대한 선호에 직접효과를 준다.
- 가정4: 과학 학습에 대한 선호는 과학 관련 활동 참여에 직접효과를 준다.
- 가정5: 과학 관련 진로에 대한 인식은 과학 관련 진로 선택에 직접 효과를 준다.

가정 1과 2는 과학 진로에 대한 인식과 과학 관련 진로 선택이 과학학습에 대한 선호와 과학 관련 활동 참여에서 직접 영향을 받는다는 것을 나타낸다. 가정3과 4는 과학 관련 활동 참여와 과학 학습에 대한 선호는 서로 영향을 주는 상관관계가 예상되므로 공변관계가 있다고 가정하였다. 가정 5는 과학 관련 진로에 대한 인식이 과학 관련 진로 선택에 직접 영향을 주는 것을 나타낸다.

**2) 측정 모형**

직접 측정할 수 없는 잠재변수인 과학 관련 진로에 대

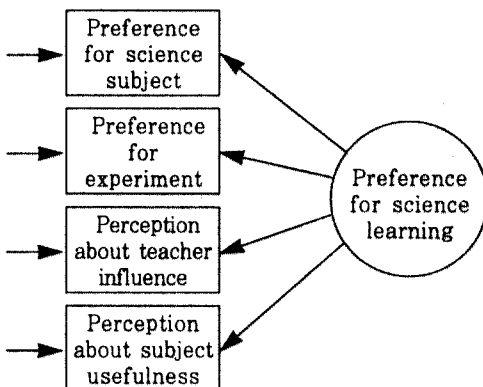


Fig. 2. Measurement model for 'Preference for science learning'

한 인식, 과학 학습에 대한 선호, 과학 관련 활동에의 참여, 과학 관련 진로 선택의 측정 모형을 다음과 같이 설정하였다. 각 측정모형에서의 측정변수들은 사각형으로 나타냈다. 잠재변수에서 각각의 측정변수로 향하는 화살표는 잠재변수가 각각의 측정변수에 반영되는 것을 나타내며, 각 측정변수의 왼쪽에 있는 화살표는 측정오차를 나타낸다.

**과학 학습에 대한 선호**

과학 학습에 대한 선호의 측정변수로 과목에 대한 선호, 실험에 대한 선호, 교사 영향에 대한 인식, 과목 유용성에 대한 인식을 설정하였다. Fig. 2는 과학 학습에 대한 선호 측정모형이다.

**과학 관련 활동에의 참여**

과학 관련 활동에의 참여에 대한 측정변수로, 매체를 통한 활동, 과학 관련 행사 참여, 과학 취미활동, 특별활동을 설정하였다. Fig. 3은 과학 관련 활동에의 참여에 대한 측정 모형이다.

**과학 관련 진로에 대한 인식**

과학 관련 진로에 대한 인식을 측정하기 위한 측정변수로 생계유지, 자아실현, 일과 여가, 진학유리를 설정하였다. Fig. 4는 과학 관련 진로에 대한 인식의 측정 모형이다.

**과학 관련 진로의 선택**

과학 관련 진로 선택의 측정변수로 과학 관련 직업에

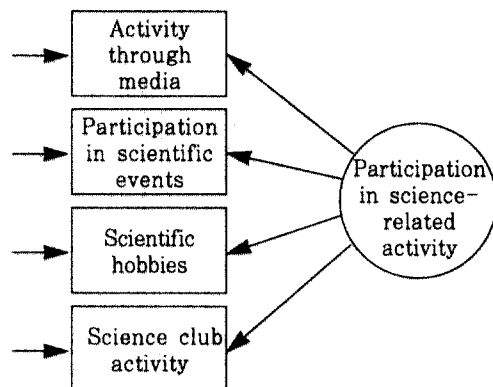


Fig. 3. Measurement Model for 'Participation in science-related activity'

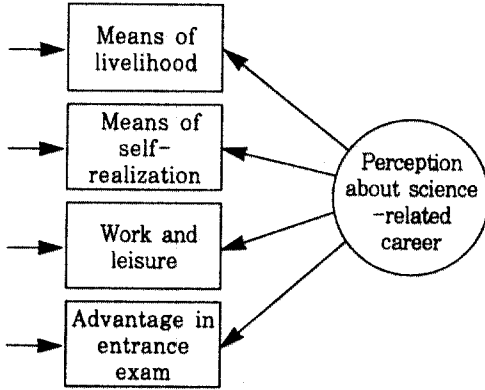


Fig. 4. Measurement model for 'Perception about science-related career'

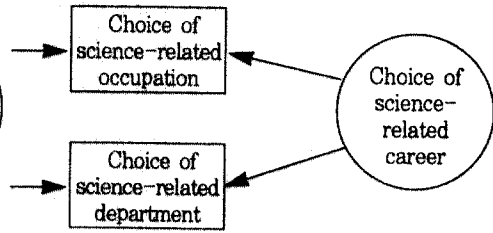


Fig. 5. Measurement model for 'Choice of science-related career'

대한 선택, 과학 관련 학과에 대한 선택을 설정하였다. Fig. 5는 과학 관련 진로 선택에 대한 측정 모형이다.

### III. 연구의 과정

#### 1. 연구의 도구와 연구대상

문헌 연구와 예비 연구를 통하여 학생들이 과학 관련 진로를 계획하고 선택하는 과정에서의 중요한 변인을 선정하고, 과학 관련 진로 선택 과정의 이론 모형을 고안하였다. 과학 관련 진로의 선택과 관련된 주요 변인을 과학 학습에 대한 선호, 과학 관련 활동에의 참여, 과학 관련 진로에 대한 인식으로 선정하여 각 변인을 측정하기 위한 측정변수들을 선정하였다. 각 측정변수들을 측정하기 위한 설문문의 문항들을 선형 연구들(Woolnough, 1993, 1994)을 참고하여 선정하고 예비 검사를 통하여 수정하였다. 설문지는 학생들의 진로 희망에 대한 부분과 진로 선택의 요인과 관련된 부분의 두 부분으로 구성되었다.

과학 관련 진로 선택의 여러 요인들과 과학 관련 진로 선택 사이의 인과 구조를 밝히기 위해서는 자료의 수집 과정에서부터 공변량 구조분석이 가능한 방식으로 이루어져야 하므로, 각 잠재변수별로 세 개 이상, 적어도 두 개 이상의 측정변수를 구성하고, 측정변수별로 5점 척도의 리커트형 진술문들을 만들었다. 전체 문항의 수는 48문항이었고, 문항들의 신뢰도는 크론바하 알파값이 0.94였다.

2000년 10월 서울 시내의 경제적 수준이 중간 정도인 지역에서 초등학교 6학년 380명, 중학교 3학년 385명, 고

등학교는 2학년 380명에게 설문조사를 실시하였다. 분석 대상 수는 초등학교 6학년 319명(남 165명, 여 154명), 중학교 3학년 334명(남 178명, 여 156명), 고등학교 2학년 294명(남 138명, 여 156명)으로 총 947명이었다.

자료를 수집한 다음, 자료 조정을 통하여 원자료에서 생길 수 있는 문제를 최소화하기 위해 탐색적 요인 분석을 통해 잠재 변수와 측정변수의 구조에 대한 검증 실시하였다. 이 과정에서 결측치가 있는 자료는 제외되고, 최종적으로 812명의 자료가 분석 대상이 되었다.

#### 2. 공변량 구조분석의 과정

이론적 가설을 바탕으로 모형을 설정하고 잠재변수와 측정변수 사이의 인과 관계를 밝힐 수 있는 경로도형을 구축하였다. 이론 모형의 잠재변수들 사이의 인과관계를 규명하기 위한 공변량 구조 분석은 AMOS 4.0을 사용하였다.

구성된 모형의 유효성을 인정받기 위해서는 표준오차가 심각하게 크거나, 오차의 분산이 음수가 나오거나, 추정값이 터무니없이 큰 값으로 나오거나, 상관관계가 너무 밀접하게 나오는 등의 경우는 부적합하며, 문제점들에 대한 치료가 필요하다. 유효성을 인정받은 모형은 적합도의 평가를 통해 얼마나 실제의 값을 그대로 반영해 주는지를 평가받게 된다. 표본 및 자료가 모두 독립적인 것, 모든 관계는 선형일 것, 모든 자료는 무작위적인 것이라는 가정 하에 적합도 지수를 적용하는데 본 연구에서는 모형에 대한 적합도를 카이제곱값과 그 확률치, 기초적합지수

(GFI), 조정적합지수(AGFI), 표준적합지수(NFI), 비표준적합지수(NNFI), 원소간 평균차이(RMR)로 평가하였다. 모형의 적합도 평가에서 적합한 모형이라는 평가를 받게 되면, 본격적인 모형의 해석이 이루어지게 된다. 각 추정값들의 해석, 변수 간의 관계에 대한 정의와 모형 검정의 결과를 통하여 전반적인 결론을 내리게 된다. 모형의 해석은 모형의 성격과 변수의 특성 그리고 연구자의 주관과 경험이 혼합되어 이루어진다. 모형에 대한 해석을 마치면 최초 설정한 모형의 일부 또는 전체를 수정할 경우가 있을 수 있다. 이때는 모형을 재설정하여 경로도형의 구축부터 분석 과정을 다시 거치게 된다. 이렇게 하여 모든 검정과 적합도 판단, 그리고 올바른 해석이 붙여진 구조방정식에는 모형이라는 명칭이 붙어 예측과 설명에서 모형의 역할을 하게 된다(허준과 최인규, 2000).

#### IV. 연구 결과 및 논의

##### 1. 과학 관련 진로 선택 과정에 대한 구조모형의 분석과 평가

과학 관련 진로 선택 과정에서의 주요 요인들 사이의 인과 구조를 규명하기 위하여 과학 관련 진로에 대한 인식, 과학 학습에 대한 선호, 과학 관련 활동에의 참여, 과학 관련 진로의 선택을 각각 잠재변수로 설정하고 이들 사이의 인과관계를 탐색하기 위해 구조모형을 구성하여 공변량 구조분석을 하였다.

이론적 논의에서 설정한 측정모형의 측정변수들은 탐색적 요인 분석의 결과에 따라, '과학관련 진로에 대한 인식'의 측정변수는 Fig. 4의 4개에서 '사회적 평가', '진학유리', '일과 여가'의 3개로, '과학 관련 활동에의 참여'에 대한 측정변수는 Fig. 3의 4개에서 '매체·취미 활동', '행사·특활', '수공·조작'의 3개로 조정되었다(Table 1). 각 잠재변수가 각각의 측정변수에 반영되는 정도를 측정 모형의 검증을 통하여 분석하였다.

Fig. 6은 이론모형의 가정에 따라 구조모형을 설정하고 각 잠재변수들의 측정모형을 함께 나타낸 경로도형이다. 각 측정변수와 잠재변수에는 오차항이 포함되어 있음을 나타낸다. 탐색적 요인분석의 결과에 따라 조정된 측정변수들은, 모형 인정의 과정을 통하여 다시 조정되었다. 이론 모형에서 사용한 변수명과 각 측정변수들의 신뢰성 검정을 위한 크론바하 알파계수를 Table 1에 제시하였다.

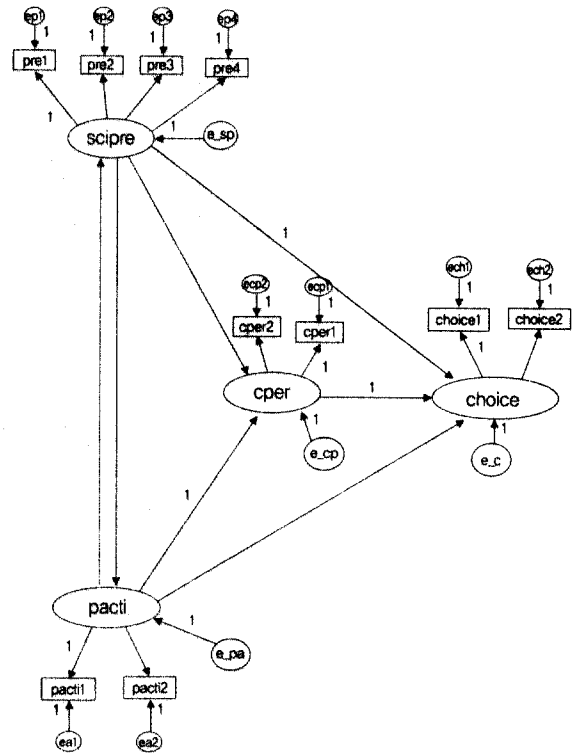


Fig. 6. Path Diagram of Structural Model according to theoretical hypothesis

신뢰성 검정 결과에 따라 측정 변수의 조정은 다음과 같이 이루어졌다. 과학 관련 진로에 대한 인식은 측정모형 내에서 상관정도가 낮고 신뢰도가 낮은 측정변수인 '일과 여가'를 삭제하였으며, 같은 이유로 과학 관련 활동 참여는 '수공·조작'의 측정변수를 제거하였다. 과학학습에 대한 선호의 측정변수 중 '교사영향'은 신뢰도는 낮으나, 연구자가 보기를 원하는 항목이라 남겨두었다. 과학 관련 진로 선택과 과학 학습에 대한 선호는 측정모형의 변동이 없었다.

구조모형의 잠재변수들의 기준타당성 검정을 위해 상관분석을 실시하였다. 진로인식의 경우 상관계수 값이 작지만, 네 잠재변수 모두  $\alpha=0.01$ 에서 유의한 상관을 보이고 있어서 기준타당성을 만족한다고 볼 수 있다(Table 2).

이 모형의 유효성 인정을 위해, AMOS의 미지수 추정 기법인 최대우도법(Maximum Likelihood Estimator)을 사용하여 미지수를 계산한 결과, 인정될 수 없는 모형임이 판정되어 이론모형에서 나타난 문제점을 제거하는 방향으로 수정모형을 구축하였다.

**Table 1.** Variables and its meaning and Chronbach  $\alpha$  used in structural model

latent variables and errors	observed variables	Chronbach $\alpha$	errors
choice: choice of science-related career	choice1: choice of science-related courses and department	0.679	ech1
e_c: error	choice2: choice of science-related tracks and occupation	0.714	ech2
cper: perception about science-related career	cper1: perception about social evaluation of science related job	0.557	ecp1
e_cp: error	cper2: advantage in entrance exam	0.602	ecp2
	cper3: work and leisure	0.330	ecp3
scipre: preference for science learning	pre1: preference for science subject	0.852	ep1
	pre2: preference for experiment	0.614	ep2
e_sp: error	pre3: perception about subject usefulness	0.584	ep3
	pre4: perception about teacher influence	0.506	ep4
pacti: participation in science-related activity	pacti1: activity through media, scientific hobbies	0.817	ea1
	pacti2: participation in scientific events, science club activity	0.758	ea2
e_c: error	pacti3: handicraft activity	0.506	ea3

**Table 2.** Correlations between latent variables

	Mean	SD	choice	cper	scipre	pacti
choice	2.20	0.80	1			
cper	3.02	0.51	0.320**	1		
scipre	3.01	0.61	0.513**	0.316**	1	
pacti	2.58	0.68	0.536**	0.281**	0.669**	1

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level(2-tailed)

## 2. 수정모형의 구축

수정모형의 경로도형의 구축은 이론모형에서 나타난 문제점을 제거하는 방향으로 이루어졌다. 과학 관련 활동참여에서 과학학습 선호를 향하는 경로계수가 매우 큰 음수가 나왔으므로 그 경로를 제거하고, 과학 활동참여에서 과학 진로 선택을 향하는 경로계수도 음수가 나왔으므로 그 경로도 제거하였다. 모형의 수정과정에서 경로계수가 이론적 가정과는 맞지 않는 방향으로 나오는 경로를 제거하고 다중 상관 자승치(SMC: Squared Multiple Correlation)가 모든 변수들에 대해서 문제가 없이 나오는 방향으로 경로를 선정하였다. 모형에서 나타난 문제점들을 제거하고 모형을 수정해 나가는 과정에서 통계적으로

인정될 수 있는 네 모형을 얻었다.

수정모형1은 과학관련 진로에 대한 인식이 과학 학습 선호에 영향을 주고, 과학 학습 선호는 과학 관련 활동 참여에 영향을 주고, 과학 관련 활동 참여는 과학 관련 진로 인식에 영향을 주고, 과학 관련 진로 인식은 과학 관련 진로 선택에 영향을 주는 모형이다(Fig. 7). 수정모형2는 세 요인 간의 인과관계 방향이 수정모형1과 반대인 모형이다(Fig. 8). 수정모형3은 수정모형1에서 과학 학습에 대한 선호가 과학 관련 진로에 대한 인식에 영향을 주는 경로가 추가된 모형이다(Fig. 9). 수정모형4는 수정모형3에서 과학 관련 진로의 선택이 과학 관련 진로에 대한 인식에 영향을 주는 경로를 더 추가한 것이다(Fig. 10).

수정모형1, 2, 3에서는 과학 관련 진로 선택 과정에서

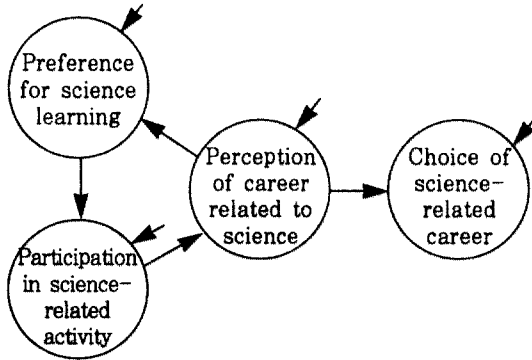


Fig. 7. Corrected Model 1

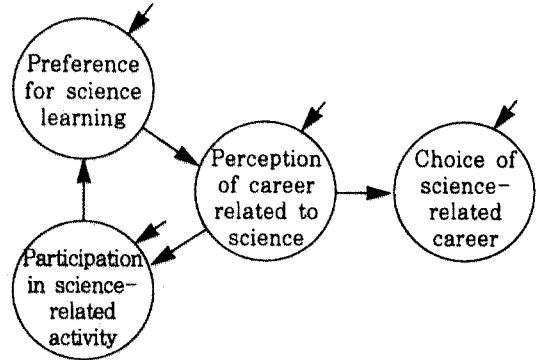


Fig. 8. Corrected Model 2

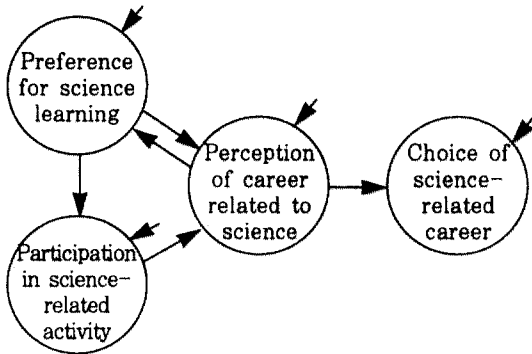


Fig. 9. Corrected Model 3

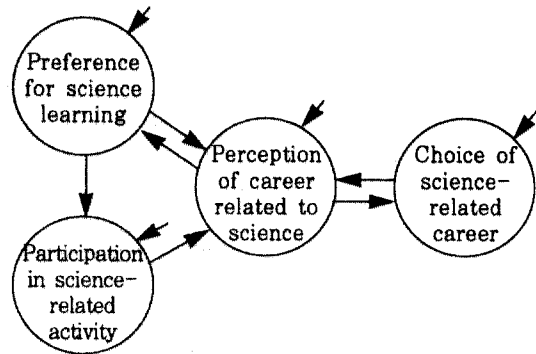


Fig. 10. Corrected Model 4

과학 관련 진로 선택을 제외한 나머지 세 잠재 변수들 사이에서만 순환이 이루어진 데 비하여 수정모형4에서는 과학 관련 진로 선택까지 순환이 이루어지도록 구축된 모형이다. 이론모형에서 수정된 이들 수정모형들에서는 이론에서의 가정을 나타내는 과학 학습에 대한 선호 및 과학 관련 활동 참여로부터 과학 관련 진로 선택으로 향하는 경로가 모두 빠져 있는데, 이는 이들 경로에 대한 경로계수가 음수로 나타났기 때문이다. 따라서 이론모형에서 과학 학습에 대한 선호 및 과학 관련 활동에의 참여가 과학 관련 진로 선택에 직접 효과를 준다는 가설은 간접 효과를 주는 것으로 수정되어야 하는 것으로 나타났다.

이들 수정모형들은 모두 인과관계가 포함된 비순환 모형으로, 수정모형1, 2, 3은 '과학 관련 진로에 대한 인식', '과학 학습에 대한 선호', '과학 관련 활동 참여'의 세 변수 사이의 무한 경로를 반복하도록 되어 있고, 수정모형4는 세 변수에 '과학 관련 진로 선택'까지 포함하여 네 변수 사이의 무한 경로를 반복하도록 되어 있다. 무한의 선

형 의존관계가 순환하는 변수들과의 관계를 효과적으로 대표할 수 있는가를 나타내는 안정성 지표(stability index)의 값이 0에서 1사이인 경우가 안정적이는데, AMOS를 통해 계산된 수정모형들의 안정성 지표는 모두 안정적임을 나타내었다(Table 3).

### 3. 수정모형의 검증

수정모형들에 대한 검증을 통하여 과학 관련 진로 선택 과정을 가장 잘 설명할 수 있는 모형을 제시하고자 한다. 모형들의 경로도형에는 각 변수들의 다중 상관 자승치, 변수들 사이의 표준화된 경로계수, 이론변수들 사이의 인과관계효과 등이 나타난다. Fig. 11에 수정모형4의 경로도형을 예시하였다. 각 측정변수의 우측 위에 있는 숫자들과 각 잠재변수들의 위 또는 왼쪽 아래(과학선호의 경우)에 있는 숫자들이 다중상관자승치이다. 변수들 사이의 화살표 위의 숫자들은 경로계수들로 인과관계 효과의 크기



Table 3. Stability indices of corrected models

Variables	stability index			Variables	stability index
	corrected model 1	corrected model 2	corrected model 3		corrected model 4
Perception Preference Participation	0.344	0.416	0.530	Perception Preference Participation Career Choice	0.556

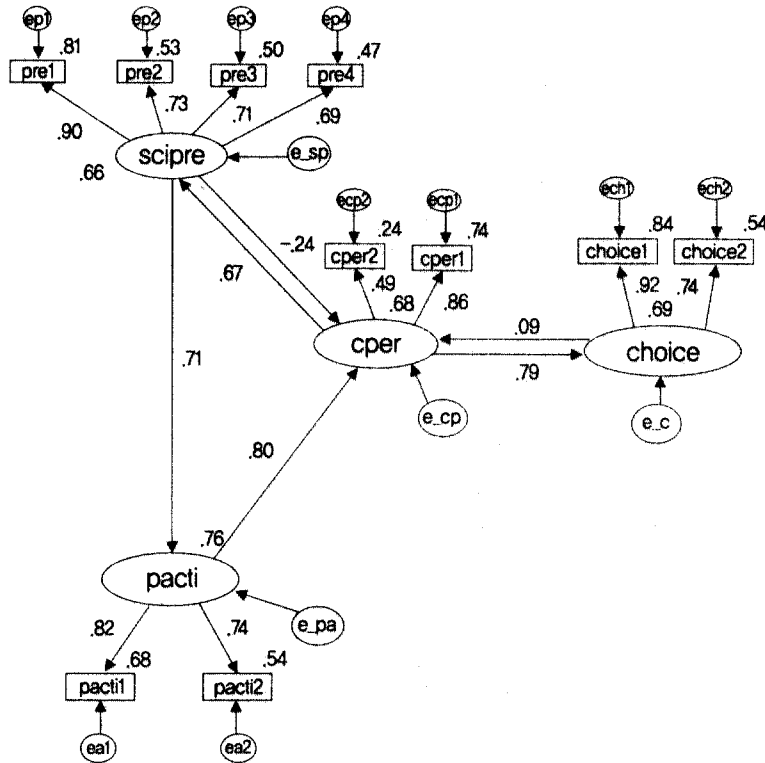


Fig. 11. The path diagram and standardized estimates of corrected model 4

와 방향을 알려준다.

측정변수와 이론변수와의 관계를 선행적이라고 가정했을 때, 측정모형에서 하나의 측정변수가 이론변수에 의해 설명되는 정도를 R 제곱값 또는 다중상관자승치라고 한다. 구조모형에서의 다중상관자승치는 하나의 내생변수의 변량이 예측변수들에 의하여 설명되는 정도를 나타낸다. 진로선택의 다중상관자승치값은 네 수정모형에서 거의 비슷하게 나왔다(Table 4). 각 수정모형들마다 진로인식, 과학선호, 활동참여의 다중상관자승치값은 서로 다르게 나타났다. 측정모형에서 어느 측정변수의 다중상관자승치가

높으면, 그 이론변수의 좋은 측정변수임을 나타낸다. 각 수정모형에서 측정모형의 다중상관자승치값을 비교해보면 어느 수정모형에서나 측정변수들의 다중상관자승치값은 비슷하게 나타났다. 각 측정모형에서의 다중상관자승치값의 크기를 비교해 볼 때, 진로인식의 측정변수 중 '사회적 평가'가 '진학유리' 보다는 진로인식을 더 잘 측정해주는 변수임을 말해준다. 과학 선호의 측정 변수 중 '교사영향'의 다중상관자승치값이 다소 작게 나타난 것은 다른 측정변수들보다 과학 선호를 잘 측정해주지 못함을 뜻한다.

각 수정모형에 대한 적합도를 카이제곱값과 그 확률치,

Table 4. SMC(Squared Multiple Correlation)s of Corrected Models

Variables	Corrected Model 1	Corrected Model 2	Corrected Model 3	Corrected Model 4
<b>cper</b>	<b>0.72</b>	<b>0.56</b>	<b>0.66</b>	<b>0.68</b>
cper1	0.76	0.76	0.76	0.74
cper2	0.24	0.25	0.25	0.24
<b>scipre</b>	<b>0.40</b>	<b>0.78</b>	<b>0.62</b>	<b>0.66</b>
pre1	0.78	0.81	0.81	0.81
pre2	0.50	0.53	0.53	0.53
pre3	0.49	0.50	0.50	0.50
pre4	0.46	0.47	0.47	0.47
<b>pacti</b>	<b>0.80</b>	<b>0.70</b>	<b>0.77</b>	<b>0.76</b>
pacti1	0.65	0.67	0.67	0.68
pacti2	0.54	0.54	0.54	0.54
<b>choice</b>	<b>0.68</b>	<b>0.67</b>	<b>0.67</b>	<b>0.69</b>
choice1	0.84	0.84	0.84	0.84
choice2	0.54	0.54	0.54	0.54

Table 5. The fitness indices for the corrected models

corrected model	$\chi^2(df)$	p	GFI	AGFI	NFI	NNFI	RMR
1	36.96(33)	0.291	0.969	0.948	0.967	0.965	0.022
2	36.88(32)	0.253	0.967	0.943	0.800	0.770	0.029
3	36.88(32)	0.253	0.967	0.943	0.800	0.770	0.029
4	34.33(31)	0.311	0.967	0.941	0.801	0.761	0.027

기초적합지수(GFI), 조정적합지수(AGFI), 표준적합지수(NFI), 비표준적합지수(NNFI), 원소간 평균차이(RMR)로 평가하였다. 카이제곱 통계량과 그 확률치는 모두 모형 채택에 있어서 의미있는 수치를 나타내었으며, 기초적합지수(GFI), 조정적합지수(AGFI), 모두 0.9 이상으로 모형이 자료에 잘 맞는다는 것을 지지하였다. 표준적합지수(NFI), 비표준적합지수(NNFI)도 양호한 편이며 원소간 평균 차이도 0.05보다 작아서 좋은 모형의 기준을 만족하므로 이들 수정 모형들은 모두 자료와 잘 부합되는 모형이라 할 수 있다(Table 5).

각 수정 모형의 경로도형에서 설정한 각각의 경로에 대한 회귀계수의 표준화 추정치(Standardized Regression Weights Estimate)를 통하여 변수들 사이의 인과관계의 방향과 크기 정도를 알 수 있다. 이들 구조모형과 측정모형의 모수값들을 Table 6에 제시하였다. 네 수정모형에 공통된 경로인 진로 인식에서 진로 선택을 향하는 경로의

표준화 회귀계수는 수정모형1, 2, 3의 경우는 0.82로 같은 값이 나왔고, 수정모형4에서는 약간 더 작은 값이 나왔다. 수정모형4에만 있는 진로선택에서 진로인식으로 향하는 경로의 회귀계수가 매우 작은 값으로 나온 것은, 진로를 선택하였으므로 진로인식을 긍정적으로 갖게 되는 경우보다는 긍정적 진로인식을 가지고 진로를 선택하는 경우가 훨씬 많다고 해석할 수 있다.

수정모형3과 4에 공통된 과학선택에서 진로인식으로 향하는 경로의 회귀계수는 두 모형에서 모두 음수로 나타났다. 이는 과학을 선호하여 긍정적 진로인식을 가지기보다는, 긍정적 진로인식을 가진 경우에 과학을 선호하게 됨을 의미한다. 수정모형1과는 반대 방향의 순환관계를 가지는 수정모형2에서는 과학선택이 진로인식에 영향을 주는 정도가 수정모형3, 4와는 달리 양의 값으로 나타났다. 수정모형2는 다른 모형과는 달리 과학선택의 영향이 강조된 모형이다. 수정모형1, 3, 4의 회귀계수를 비교할

Table 6. Standardized Regression Weights Estimates of Corrected Models

Regression Weights	Estimates			
	Corrected Model 1	Corrected Model 2	Corrected Model 3	Corrected Model 4
choice <-- cper	0.82	0.82	0.82	0.79
cper <-- choice	.	.	.	0.09
scipre <-- cper	0.32	.	0.60	0.67
pacti <-- cper	.	0.69	.	.
scipre <-- pacti	.	0.79	.	.
cper <-- scipre	.	0.49	-0.16	-0.24
pacti <-- scipre	0.83	.	0.74	0.71
cper <-- pacti	0.76	.	0.78	0.80
choice1 <-- choice	0.92	0.92	0.94	0.92
choice2 <-- choice	0.73	0.73	0.73	0.74
cper1 <-- cper	0.87	0.87	0.87	0.86
cper2 <-- cper	0.49	0.50	0.50	0.49
pre1 <-- scipre	0.89	0.90	0.90	0.90
pre2 <-- scipre	0.71	0.73	0.73	0.73
pre3 <-- scipre	0.70	0.71	0.71	0.71
pre4 <-- scipre	0.68	0.69	0.69	0.69
pacti1 <-- pacti	0.80	0.82	0.82	0.82
pacti2 <-- pacti	0.73	0.74	0.74	0.74

Table 7. The effects of latent variables on the science-related career choice

corrected model	latent variables	direct effect	indirect effect	total effect
1	Perception	0.82	0.21	1.03
	Preference	-	0.65	0.65
	Participation	-	0.79	0.79
2	Perception	0.82	0.30	1.12
	Preference	-	0.55	0.55
	Participation	-	0.44	0.44
3	Perception	0.82	0.28	1.10
	Preference	-	0.47	0.47
	Participation	-	0.86	0.86
4	Perception	0.79	0.32	1.11
	Preference	-	0.36	0.36
	Participation	-	0.89	0.89

때, 진로인식이 과학선택에 영향을 주는 정도는, 과학선택이 활동참여에 영향을 주는 정도와, 활동참여가 진로인식에 영향을 주는 정도에 비해 다소 작았다. Table 6의 하반부에서 각 이론변수들에서 측정변수들로 향하는 회귀계수를 비교해 보면 각 측정변수들의 이론변수 반영정도를 알 수 있다. 각 측정변수들이 이론변수를 반영하는 정도는 다중상관지수치 비교에서와 같은 순서로 나타났다. 수정모형들의 경로도형에서, 변수간의 인과관계를 나타

내는 각 경로의 측정효과를 표준화된 전체 효과(Standardized total effect), 직접 효과, 간접 효과로 나누어 살펴 보았다(Table 7). 네 모형에서 과학진로 선택에 직접효과를 주는 것은 진로인식이었고, 과학선택과 활동참여는 간접효과만을 주는 것으로 나타났다. 수정모형2에서만 과학선택이 활동참여보다 더 큰 간접효과를 지니는 것으로 나타났으며, 다른 모형들에서는 과학선택보다 활동참여가 더 큰 간접효과를 지니는 것으로 나타났다.

수정모형1은 과학 관련 진로 선택에 '진로인식'이 0.82의 직접 효과와 0.21의 간접효과를 합하여 1.03의 전체 효과를 주며, '과학선호'는 0.65의 간접 효과만을 주고, '활동참여'는 0.79의 간접효과만을 준다. 이에 비해 수정모형2는 과학 관련 진로 선택에 '진로인식'이 0.82의 직접 효과와 0.30의 간접효과를 합하여 1.12의 전체 효과를 주며, '과학선호'는 0.55의 간접 효과만을 주고, '활동참여'는 0.44의 간접효과만을 준다. 수정모형3은 과학 관련 진로 선택에 '진로인식'이 0.82의 직접 효과와 0.28의 간접효과를 합하여 1.10의 전체 효과를 주며, '과학선호'는 0.47의 간접 효과만을 주고, '활동참여'는 0.86의 간접효과만을 준다. 수정모형4는 과학 관련 진로 선택에 '진로인식'이 0.79의 직접 효과와 0.32의 간접효과를 합하여 1.11의 전체 효과를 주며, '과학선호'는 0.36의 간접 효과만을 주고, '활동참여'는 0.89의 간접효과만을 준다.

## V. 결론 및 제언

과학 관련 진로 선택의 주요 요인들 사이의 인과관계를 밝히기 위한 공변량 구조 분석의 결과, 이론 모형을 수정하여 자료와 잘 맞는 네가지 모형을 얻었다. 이들 네가지 수정모형의 적합도 지수의 값은 거의 비슷하여 네가지 수정모형 어느 것에 의하든 과학관련 진로 선택 과정의 인과구조 설명이 가능하다.

이론적 모형의 다섯 가지 가정들은 자료와 잘 부합되는 네 가지 수정모형에서 그 성립이 검증되었다. 과학학습에 대한 선호와 과학 관련 활동 참여가 과학관련 진로 선택에 직접 효과를 준다는 가정은 간접효과를 주는 것으로 수정되었다. 과학학습에 대한 선호가 과학관련 진로인식에 직접 효과를 준다는 가정은 수정모형 2, 3, 4에서 성립하였고, 과학관련 활동참여가 과학관련 진로인식에 직접 효과를 준다는 가정은 수정모형 1, 3, 4에서 성립하였다. 과학관련 활동참여가 과학학습에 대한 선호에 직접효과를 준다는 가정은 수정모형2에서, 과학학습에 대한 선호가 과학관련 활동 참여에 직접 효과를 준다는 가정은 수정모형 1, 3, 4에서 성립하였다.

수정모형1은 진로인식→과학선호→활동참여→진로인식의 순환을 통하여 진로선택으로 이어지는 모형이다. 수정모형2는 진로인식→활동참여→과학선호→진로인식의 순환을 통하여 진로선택으로 이어지는 모형이다. 수정모형3은 수정모형1에서 과학선호에서 진로인식으로의 경로가 추가

된 모형인데, 추가된 경로의 회귀계수의 값은 -0.16으로 매우 작았으며, 진로인식에서 과학선호로의 회귀계수값이 증가하고, 다중상관자승치도 과학선호가 증가하고, 진로인식은 약간 감소하여 진로인식보다 과학선호의 중요성이 강조된 모형으로 볼 수 있다.

수정모형4는 진로인식→과학선호→활동참여→진로인식의 순환이 다시 진로인식→진로선택의 순환으로 이어지는 모형이다. 네 수정모형의 적합도지수는 모두 자료와 잘 맞는 것으로 나타났으며, 그 중 수정모형1의 적합도 지수가 다른 모형보다 조금 더 나은 것으로 나타났다.

학교의 과학 교육에 대한 시사점으로는 더 많은 학생들이 과학 관련 진로를 선택하게 하려면, 과학관련 진로인식을 높이도록 하는 것이 직접효과와 간접효과를 통하여 가장 큰 전체효과를 줄 수 있다는 것이다. 다음으로는 다양한 과학관련 활동에 참여하도록 하는 것과 과학학습에 대한 선호를 높이도록 하는 것이 과학관련 진로 선택에 효과적이라 할 수 있다. 이는 같은 자료에 대한 다중 회귀 분석의 결과와 상반되게 나타난 것이나(윤진, 2002), 회귀 분석의 단점을 보완하여 일련의 반응변수들 사이의 관계를 동시에 보여주고 검토 및 검정을 할 수 있는 구조방정식 모형에 의한 결과이므로 더욱 설득력이 크다 할 수 있다.

과학진로교육의 자료를 구성함에 있어서 과학진로에 대한 인식을 높일 수 있는 다양한 활동을 중심으로 구성하면서, 과학학습에 대한 선호를 높일 수 있도록 하는 것이 중요하다.

각 이론변수들에 대한 측정변수들의 구조방정식 모형에서의 추정치를 비교해 볼 때, 과학진로에 대한 인식에 대한 측정 변수 중에서 과학직업에 대한 사회적 평가에 대한 인식이 진학에 유리한 점의 인식보다 더 중요한 것으로 나타났다. 이는 과학진로 선택이 증가하려면, 사회에서의 과학직업에 대한 평가가 개선되어야 함을 의미한다. 과학학습에 대한 선호의 측정 변수 중에서는 교사 영향이 가장 적은 것으로 나타났다. 이는 과학교사들이 학생들이 과학 진로를 선택하도록 격려하는 경우가 적다는 것을 의미한다. 이 부분에 대한 과학교사들의 노력과 과학교사 연수에서의 개선이 필요하다고 하겠다.

본 연구에서 시도한 과학관련 진로 선택의 구조 방정식 모형은 학교교육과 연관되는 주요 요인들을 중심으로 구축한 것이며, 과학관련 진로 선택 과정을 더 잘 설명하기 위해서는 과학관련 진로 선택에 영향을 주는 요인들을 더

육 포괄하는 모형의 구축이 필요하다. 또한, 연구 대상을 과학 관련 진로를 선택한 정도가 더 확고하다 할 수 있는 과학고등학교 학생들이나, 과학 기술계 대학생들로 다양화하여, 구조 방정식 모형을 검증하고 보완할 필요가 있다. 한편으로는 과학진로 선택과정을 설명하는 다른 연구 방법으로 얻은 결과와의 비교연구도 필요하다.

궁극적으로는 과학관련 진로 선택에 영향을 주는 요인들을 고려한 과학 진로교육 프로그램을 개발하는 것이 중요하며, 개발한 과학 진로교육 프로그램을 투입하고, 그 효과를 검증하는 연구가 필요하다.

## 국 문 요 약

본 연구의 목적은 학생들의 과학관련 진로 선택과 관련된 주요 요인들 사이의 인과 관계를 규명하여, 학생들의 과학진로 선택과정을 잘 설명할 수 있는 모형을 찾는 것이다.

요인 분석을 통하여 과학관련 진로 선택과 관련된 주요 요인으로 과학 관련 진로에 대한 인식, 과학 학습에 대한 선호, 과학 관련 활동에의 참여 등 세 요인을 선정하였다. 구조방정식 모형을 통한 공변량 구조분석이 가능하도록, 과학관련 진로선택 요인을 알기 위한 설문지를 문헌연구와 예비검사를 통해 개발하였다. 연구대상은 서울 지역의 초등학교 6학년, 중학교 3학년, 고등학교 2학년 등 전체 947명으로, 학년별 남녀별 학생 수는 거의 같게 구성하였다.

과학관련 진로 선택의 주요 요인들 사이의 인과 구조를 설명하기 위하여 구조 방정식 모형을 통한 공변량 구조 분석의 결과, 이론 모형을 수정하여 자료와 잘 맞는 4가지 모형을 얻었다. 네 수정모형 모두에서, 과학 관련 진로 선택에 직접 영향을 미치는 것은 과학 관련 진로에 대한 인식이었으며, 과학학습에 대한 선호와 과학 관련 활동 참여는 간접적으로 영향을 미쳤다. 적합도 지수가 가장 좋은 모형에 의하면, 과학 관련 진로 선택에 대하여, 과학 관련 진로에 대한 인식은 0.82의 직접 효과와 0.21의 간접 효과를 합한 1.03의 전체효과를 주고, 과학학습에 대한 선호는 과학 관련 활동 참여에 영향을 주면서 0.65의 간접 효과를 주고, 과학 관련 활동 참여는 과학 관련 진로 인식에 영향을 주면서 0.79의 간접 효과를 주었다.

학교의 과학 교육에 대한 시사점으로는 더 많은 학생들이 과학 관련 진로를 선택하게 하려면, 과학관련 진로인

식을 높이도록 하는 것이 가장 큰 효과를 줄 수 있으며, 다음으로는 다양한 과학관련 활동에 참여하도록 하는 것과 과학학습에 대한 선호를 높이도록 하는 것이 효과적이라 할 수 있다.

과학관련 진로선택 과정을 더 잘 설명하기 위해서는, 과학관련 진로 선택 요인들을 더욱 포괄하는 모형의 구축이 필요하며, 연구대상을 과학고 학생들이나, 과학기술계 대학생들로 하여 구조방정식 모형을 검증하고 보완할 필요가 있다. 과학관련 진로 선택에 영향을 주는 요인들을 고려한 과학진로교육 프로그램을 개발하여 투입하고 그 효과를 검증하는 연구가 필요하다.

## 참 고 문 헌

- 김계수(2001). AMOS 구조방정식 모형 분석. 고려정보산업.
- 김충기(1998). 생활지도, 상담, 진로지도. 교육과학사.
- 명전옥(1986). Factors Affecting Science Track Choice of Korean High School Students. 한국과학교육학회지, 6(2), 63-72.
- 배병렬(2000). 구조방정식모형: 이해와 활용. 대경.
- 윤진(2002). 초·중·고 학생들의 과학 관련 진로 선택 요인. 한국과학교육학회지, 22(4), 906-921.
- 이기종(2000). 구조방정식모형. 교육과학사.
- 이순목(1990). 공변량구조분석. 성원사.
- 장경애(2001). 과학자들의 진로선택과정에서 드러난 부각 요인. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 허준, 최인규(2000). AMOS를 이용한 구조 방정식 모형과 경로 분석. SPSS아카데미.
- Arditoglou, S. Y. & Crawley III, F. E.(1992). Structural Equation Modeling of Science and Mathematics Achievements of Secondary I Females in Arab Jerusalem: An Application of the Theory of Planned Behavior. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (Boston, MA, March, 1992).
- Cooper, C.(1983). Discriminant Factors in the Choice of a Non-Traditional "Math and Science-Oriented" versus a Traditional "People-Oriented" Career for Black Students. Paper presented at the Annual Convention of the American

- Psychological Association (91st, Anaheim, CA, August 26-30, 1983).
- Eiduson, Bernice T. & Beckman, Linda, Ed.(1973) *Science as a Career Choice. Theoretical and Empirical Studies*. Russell Sage Foundation :New York.
- Jacobs, J. E., Finken, L. L., Griffin, N. L. & Wright, J. D.(1998). The Career Plans of Science-Talented Rural Adolescent Girls. *American Educational Research Journal*, 35(4), 681-704.
- Lent, R. W., Brown, S. D., & Larkin, K. C.(1987). Comparison of Three Theoretically Derived Variables in Predicting Career and Academic Behavior: Self-Efficacy, Interest Congruence, and Consequence Thinking. *Journal of Counseling Psychology*, 34(3), 293-298.
- Lent, R. W., Lopez, F. G., & Bieschke, K. J.(1991). Mathematics Self-Efficacy: Sources and Relation to Science-Based Career Choice. *Journal of Counseling Psychology*, 38(4), 424-430.
- Lewis, B. F. & Collins, A.(2001) Interpretive Investigation of the Science-Related Career Decisions of Three African-American College Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(5), 599-621.
- Myeong, J. & Crawley III, F. E.(1993). Predicting and Understanding Korean High School Students' Science Track Choice : Testing the Theory of Reasoned Action by Structural Equation Modelling. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(4), 381-400.
- Rejskind, G.(1993). Choosing Science. Paper presented at Esther Katz Rosen Symposium on the Psychological Development of Gifted Children(2nd, Lawrence, KS, February 28-29, 1992).
- Simpson, R. D., Koballa, Jr. T. R., Oliver, J. S. & Crawley III, F. E.(1994). Research on the affective dimension of science learning, In Gabel, D. L.(Ed.) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: MacMillan publishing company, pp. 211-234.
- Wang, J. & Staver, J. R.(2001). Examining Relationships Between Factors of Science Education and Student Career Aspiration, *Journal of Educational Research*, 94(5), 312-319.
- Woolnough, B. E.(1993). Teachers' perception of reasons students choose for, or against, science and engineering. *School Science Review*, 75(270), 112-117.
- Woolnough, B. E.(1994). Factors affecting students' choice of science and engineering. *International Journal of Science Education*, 16, 659-676.
- Woolnough, B. E.(1997). Motivating students or teaching pure science? *School Science Review*, 78(285), 67-72.